

4. Die Eigenschaften von Alkanen

4.1 Der Aggregatzustand bzw. die Siedetemperatur

Der **Aggregatzustand** von Alkanen bei Raumtemperatur ist von der Siedetemperatur abhängig und steht in Zusammenhang mit der Kettenlänge (s. auch: Übung vom 08.02.). Man unterscheidet:

gasförmige Alkane:	Methan – Butan
leicht flüssige Alkane:	Pentan – Nonan (C_9H_{20})
schwer flüssige Alkane:	Decan – Hexadecan ($C_{16}H_{34}$)
feste Alkane:	Heptadecan - ∞

Begründung:

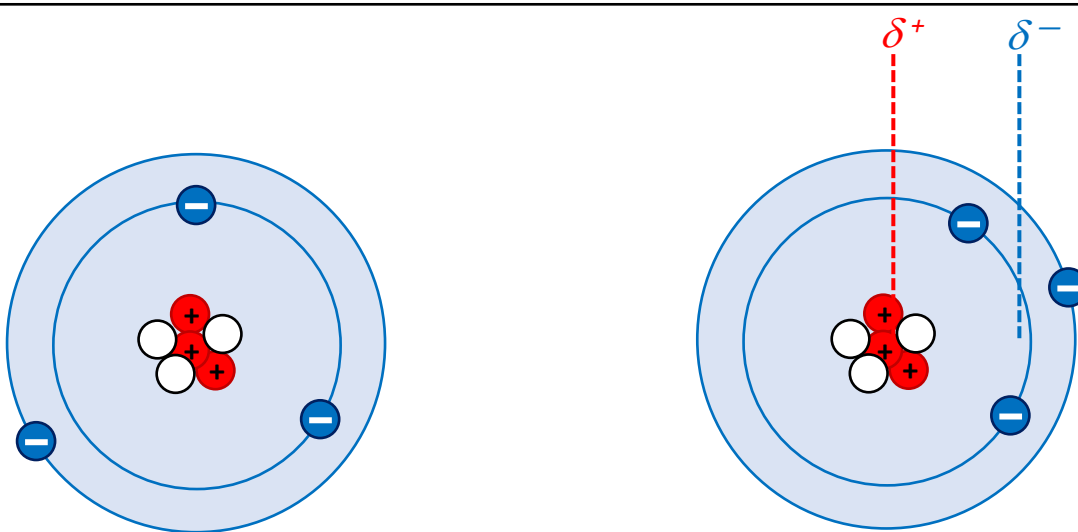
Um einen Stoff in den gasförmigen Zustand zu überführen, müssen die **Zwischenmolekularen Anziehungskräfte** überwunden werden. Je stärker diese sind, umso höher ist zuzuführende Energie, bzw. die Siedetemperatur. Bei Alkanen existieren nur die schwachen Zwischenmolekularen **Van-der-Waals-Kräfte**. Diese nehmen mit der Größe eines Moleküls zu. Daher steigt auch die Siedetemperatur bei Alkanen mit der Kettenlänge.

Exkurs: Zwischenmolekulare Kräfte

① Van-der-Waals-Kräfte: schwach

Atome und Moleküle enthalten geladene Teilchen (Elektronen und Protonen). In einer gängigen Vorstellung bewegen sich die negativ geladenen Elektronen um die positiv geladenen Atomkerne. In einem solchen Modell kann es vorkommen, dass die Elektronen sich zufällig an einer Stelle „anreichern“: Es entsteht ein **spontaner Dipol** (s. Abb. 1).

Abb. 1



links: Ladungsschwerpunkte der negativen und positiven Ladung fallen zusammen: Teilchen von außen betrachtet neutral.

rechts: Ladungsschwerpunkte fallen nicht zusammen: Es entsteht ein spontaner Dipol, ein Teilchen, das an einer Stelle eine positive Partialladung (δ^+) trägt, an einer anderen eine negative (δ^-).

Ein **spontaner Dipol** kann bei Nachbarpartikeln einen weiteren Dipol durch die Abstoßungskräfte von Elektronen induzieren. Die Anziehung von spontanen und **induzierten Dipolen** sind Van-der-Waals-Kräfte im engeren Sinne.

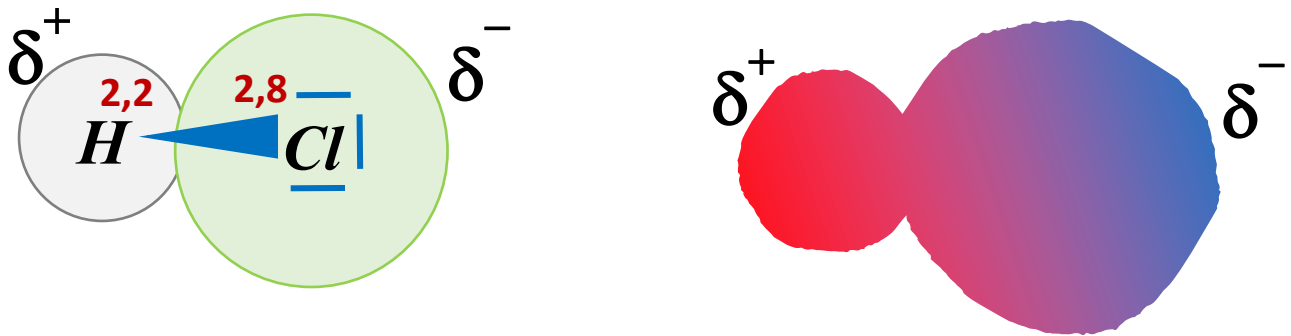
Die Van-der-Waals-Kräfte sind abhängig von der Molekülgröße und Molekülgeometrie. Stark vereinfacht kann man sagen: Die Van-der-Waals-Kräfte nehmen mit der Molekülgröße zu.

② Wechselwirkungen zwischen permanenten Dipolen: mittelstark

Einige Moleküle bilden sogenannte **permanente Dipole**. Die hier auftretenden Teilladungen sind in der Regel größer als bei spontanen oder induzierten Dipolen. Ob ein Molekül ein Dipol ist, hängt von zwei Parametern ab: Erstens muss eine **polare Bindung** vorliegen und zweitens muss die Molekülgeometrie einen Dipol zulassen. Hier wird nur der erste Parameter berücksichtigt.

Eine **polare Bindung** ergibt sich, wenn die Atome einer Bindung unterschiedliche stark elektronegativ sind (die **Elektronegativität** ist im PSE für alle Elemente) angegeben (s. Abb. 2).

Abb. 2



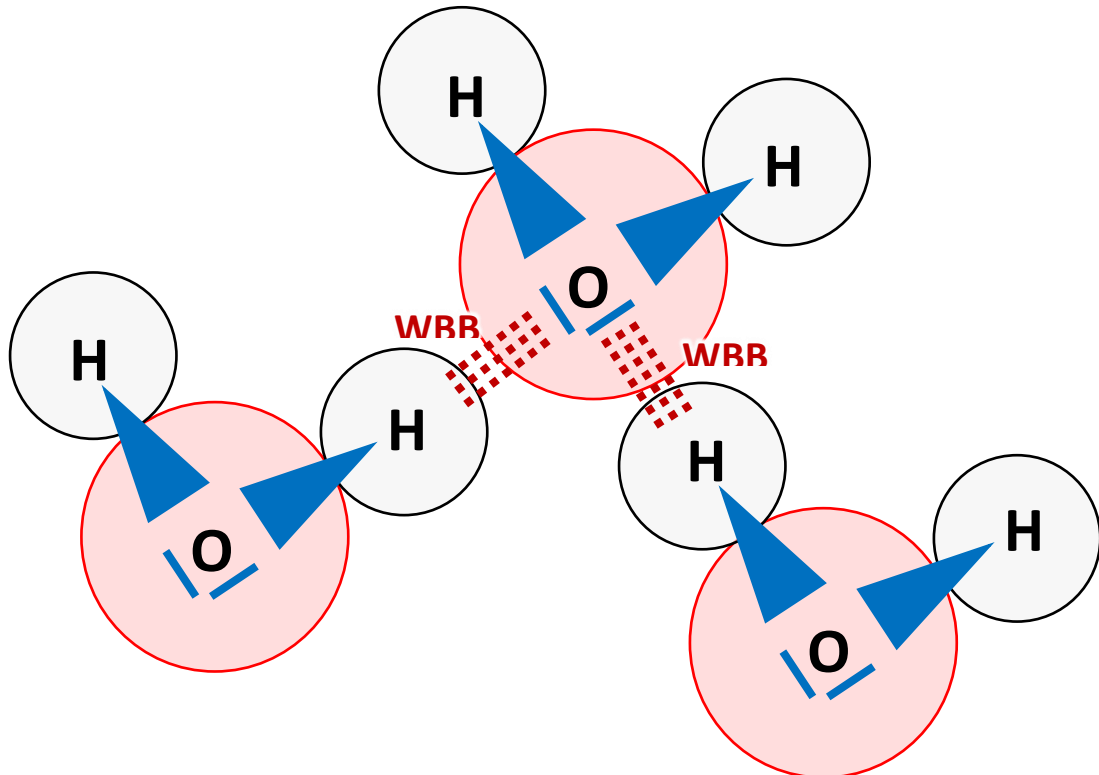
Links: Im Hydrogenchlorid-Molekül „zieht“ das Cl-Atom stärker am bindenden Elektronenpaar als das H-Atom. Dies lässt sich aus der Elektronegativität ableiten (die roten Zahlen über den Atomen). In der Valenzstrichformel kann man dies auch durch einen Keil andeuten, der das bindende Elektronenpaar darstellt. Da sich die Elektronen des bindenden Elektronenpaars nun eher beim Cl-Atom aufhalten, entsteht hier eine permanente negative Partialladung, am H-Atom eine positive.

Rechts: Schematische Darstellung des HCl-Moleküls mit Ladungsverteilung.

③ Wasserstoffbrückenbindungen: sehr stark

Es gibt mehrere Fälle, in denen sich Wasserstoffbrückenbindungen (WBB, auch: H-Brücken) ausbilden können. Hier soll nur eine Variante erklärt werden. Zwischen H-Atomen, die an ein Sauerstoffatom gebunden sind und den freien Elektronenpaaren eines anderen Sauerstoffatoms treten WBB auf (s. Abb. 3).

Abb. 3

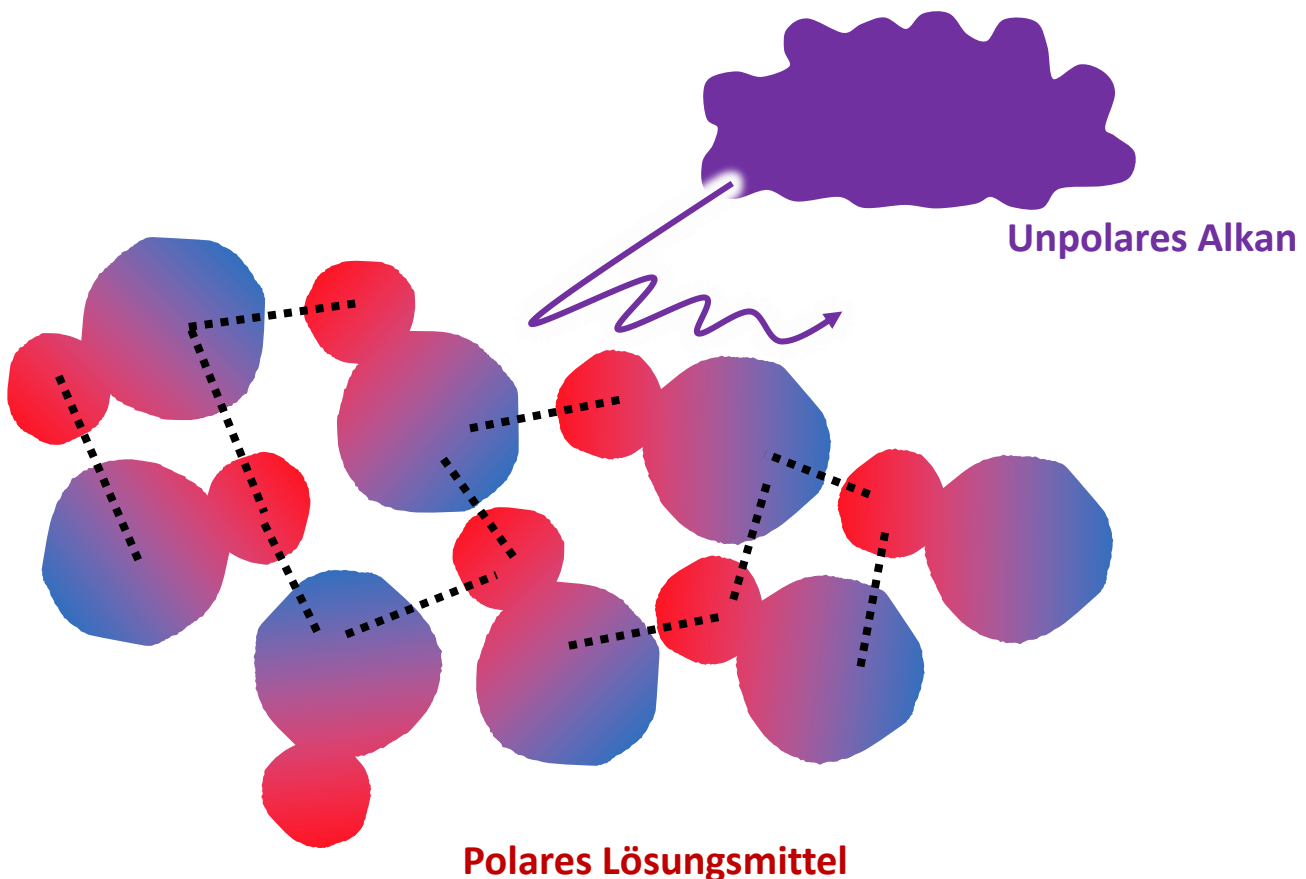


Ausbildung von H-Brücken zwischen H-Atomen, die an ein O-Atom gebunden sind und den freien Elektronenpaaren eines anderen O-Atoms.

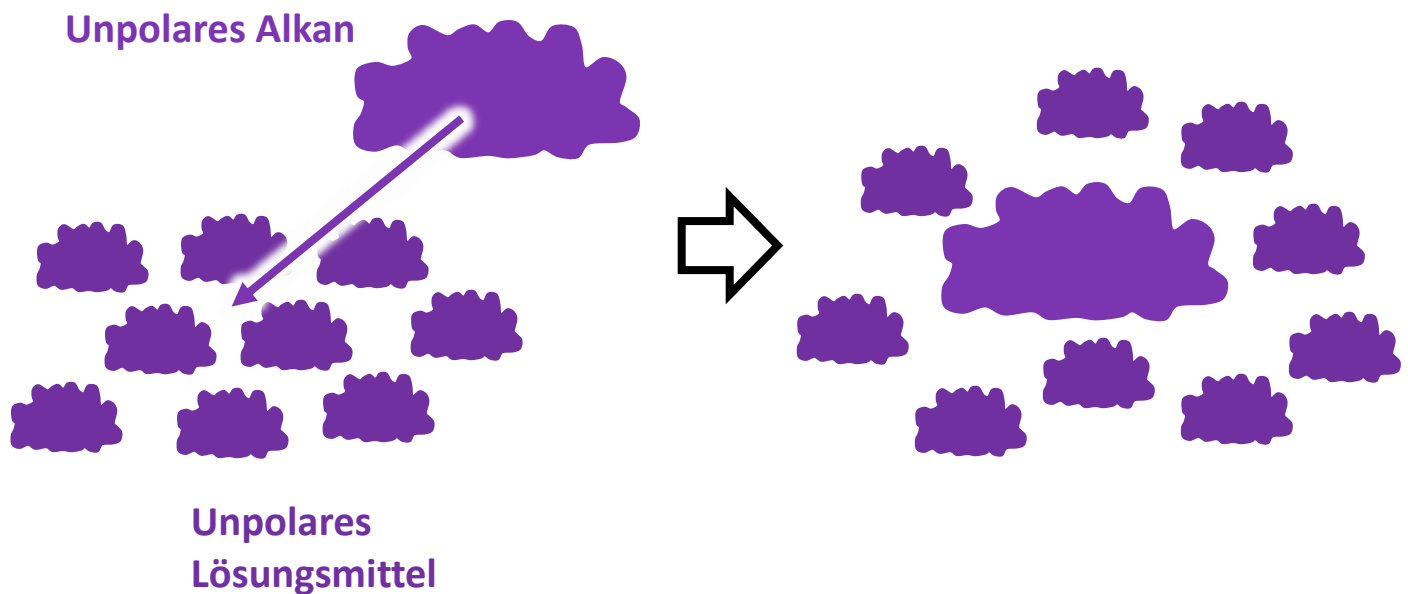
Exkurs: Zwischenmolekulare Kräfte - Ende

4.2 Die Löslichkeit

Da **Alkane unpolar** sind, lösen sie sich nicht in **polaren Lösungsmitteln** wie **Wasser**. Sie sind **hydrophob oder lipophil**. Anschaulich gesprochen: Die Moleküle des polaren Lösungsmittels halten aufgrund der starken Zwischenmolekularen Kräfte (permanenter Dipol – permanentener Dipol) fest zusammen. Ein unpolarer Stoff kann diese Bindungen nicht überwinden und sich „dazwischen drängeln“.



In **unpolaren Lösungsmitteln** (z.B. **Benzin**) ist eine „Mischung“ möglich:



Der lateinische Spruch „**Similia similibus solvuntur**“ – „Gleiches löst sich in Gleichem“ soll dieses Prinzip verdeutlichen. **Unpolare Stoffe** lösen sich auch nur in **unpolaren Lösungsmitteln** wie **Benzin**, man nennt sie **hydrophob** („wassermeidend“) oder **lipophil** („fettliebend“ – weil Fette ebenfalls größtenteils unpolar sind).

Polare Stoffe lösen sich auch nur in **polaren Lösungsmitteln** wie **Wasser**, man nennt sie **hydrophil** oder **lipophob**.

Siehe. auch Übung vom 08.02.!